

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-303674

(43)Date of publication of application : 13.11.1998

(51)Int.Cl.

H03H 7/09

H02M 1/12

(21)Application number : 09-108501

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 25.04.1997

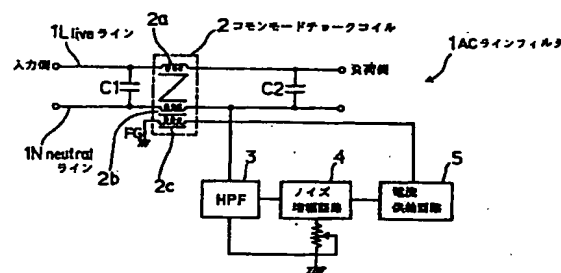
(72)Inventor : KANEKO SHINJI

## (54) AC LINE FILTER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To block a leakage current and enhance the performance of the AC line filter that eliminates noise on an AC power line as a low pass filter (LPF) regardless of a decreased inductance of a coil.

**SOLUTION:** Three windings 2a, 2b, 2c are provided for a common mode choke coil 2. The 3rd winding 2c is connected between a frame ground FG and a current supply circuit 5 among the windings. Furthermore, a high pass filter (HPF) 3 as a noise extract circuit to extract common mode noise on a neutral line is provided between the neutral line 1N and the frame ground FG. A noise output extracted by the HPF 3 is fed to a noise amplifier circuit 4, where the noise output is amplified, and the current supply circuit 5 in response to the output of the noise amplifier circuit 4 supplies a current to provide an electromotive force of an opposite phase to the 3rd winding 2c of the common mode choke coil 2.



**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] AC line filter characterized by to have the common mode choke coil to which the 3rd coil was added, the noise extract circuit which extracts the common mode noise on said AC power line, the noise amplifying circuit which amplifies said extracted common mode noise, and the current-supply circuit which supplies the current for giving the electromotive force of an opposite phase to the 3rd coil of said common mode choke coil according to the output of said noise amplifying circuit in AC line filter which removes the noise on an AC power line.

[Claim 2] Said noise extract circuit is an AC line filter according to claim 1 characterized by being HPF (High Pass Filter).

[Claim 3] Said noise extract circuit is said neutral. AC line filter according to claim 1 characterized by being prepared so that the common mode noise between a line and a frame gland may be extracted.

[Claim 4] Said current-supply circuit is an AC line filter according to claim 1 characterized by having the transistor which supplies said current to said 3rd coil, and the variable resistor which adjusts the bias current of said transistor.

[Claim 5] In AC line filter which removes the noise on an AC power line The common mode choke coil to which the 3rd in-series coil and 4th in-series coil of each other were added, neutral The noise extract circuit which extracts the common mode noise of a line, It is Push Pull about the current for giving the electromotive force of an opposite phase to the 3rd coil and 4th coil of said common mode choke coil according to the output of the noise amplifying circuit which amplifies said extracted common mode noise, and said noise amplifying circuit. The current-supply circuit supplied by drive, AC line filter characterized by \*\*\*\*(ing).

---

[Translation done.]

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to AC line filter which aimed at especially reduction of common mode noise about AC line filter which removes the noise on an AC power line.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, AC line filter is used as a cure to prevention of the spurious radiation which lets an AC power line pass, or the incidence of a noise component. AC line filter can prevent the receipts and payments to AC line of common mode noise or a normal mode noise. Here, common mode noise is a noise between the pair earths which flow out of a noise source inside the plane into a power source. On the other hand, a normal mode noise is a noise generated from the inside of a plane, and is a loop-formation noise which turns around between AC lines.

[0003] Drawing 9 is the circuit diagram showing the configuration of general AC line filter. live line 100L and neutral of the AC line filter 100 The capacitors C10 and C11 for reducing a normal mode noise between line 100Ns are connected to juxtaposition. Among these capacitors C10 and C11, the common mode choke coil 101 for reducing common mode noise is connected. Moreover, two capacitors C12 and C13 for reducing common mode noise are connected to the next step of a capacitor C11 so that it may become in parallel with a capacitor C11 in series mutually.

[0004] By the way, the node Ta of capacitors C12 and C13 is connected to the frame gland FG. For this reason, the potential difference arises between the frame of a power source, and the earth. Therefore, if people touch a frame, the so-called leakage current will flow on the earth through the body from a frame. In Japan, since the insurance current value to people is specified to 1mA, it is necessary to use the thing of the small capacity whose capacity is 2200pF - 3300pF as [ both ] capacitors C12 and C13 in the AC line filter 100 about this at a \*\* sake.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the parameter which attenuates common mode noise needs to set up the inductance of coils L10 and L11 greatly, in order to enlarge the magnitude of attenuation of a RF as LPF (Low Pass Filter) if the capacity value of capacitors C12 and C13 is fixed as mentioned above since it is the inductance of each coils L10 and L11 of the common mode choke coil 101, and the capacity value of capacitors C12 and C13.

[0006] Moreover, generally, if the impedance of AC line filter is set to 50ohm-150ohm and capacitors C12 and C13 are set as the value of the above-mentioned range, it will hardly contribute to the property of a filter, but the AC line filter 100 will serve as LPF (Low Pass Filter) by coils L10 and L11 and the impedance of a line. Therefore, the magnitude of the inductance of coils L10 and L11 becomes important also at this point.

[0007] However, current, super high mu material is also inductance 20mH at most in 15T, and had the problem that the power loss by direct current resistance is large when an inductance is enlarged, and calorific value increased.

[0008] Though this invention is made in view of such a point, and the leakage current can be prevented and the inductance of a coil is made small, it aims at offering AC line filter which can make the engine performance as LPF high.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In AC line filter which removes the noise on an AC power line in order to solve the above-mentioned technical problem in this invention The common mode choke coil to which the 3rd coil was added, and the noise extract circuit which extracts the common mode noise on said AC power line, The noise amplifying circuit which amplifies said extracted common mode noise, and the current-supply circuit which supplies the current for giving the electromotive force of an opposite phase to the 3rd coil of said common mode choke coil according to the output of said noise amplifying circuit, AC line filter characterized by \*\*\* (ing) is offered.

[0010] If a noise amplifying circuit amplifies the common mode noise on the AC power line

extracted by the noise extract circuit, according to the output, a current-supply circuit will supply a current to the 3rd coil of a common mode choke coil, and the electromotive force of an opposite phase will be given to the 3rd coil. Thereby, the common mode noise on a circuit is canceled.

[0011]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, one gestalt of this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 1 is the conceptual diagram of AC line filter of this invention. live line 1L and neutral of the AC line filter 1 The capacitors C1 and C2 for reducing a normal mode noise between line 1Ns are connected to juxtaposition. Among these capacitors C1 and C2, the common mode choke coil 2 for reducing common mode noise is connected. Three coil 2a and 2bs, and 2c are prepared in the common mode choke coil 2. Among these, coil 2a and 2b are live line 1L and neutral, respectively. It is arranged line 1N up. On the other hand, 3rd coil 2c is connected between the frame gland FG and the current-supply circuit 5.

[0012] Moreover, neutral Between line 1N and the frame gland FG, HPF (High Pass Filter)3 as a noise extract circuit which extracts the common mode noise on a line is formed. The noise output extracted by HPF3 is sent to the noise amplifying circuit 4, and is amplified, and a current-supply circuit 5 supplies the current for giving the electromotive force of an opposite phase to 3rd coil 2c of the common mode choke coil 2 according to the output of this noise amplifying circuit 4. The common mode noise on a line is canceled by offset with the electromotive force of this opposite phase.

[0013] Therefore, the function as LPF can be raised without enlarging the inductance of the common mode choke coil 2, and power loss can be reduced simultaneously. Moreover, since it is not necessary to connect the capacitor for common mode noise between the frame glands FG, there are no worries about the leakage current. Since the capacity value can be made small even if it forms the capacitor for common mode noise, the leakage current can also be made small and is safe.

[0014] Drawing 2 is the circuit diagram showing the concrete configuration of AC line filter of this gestalt. In addition, the same sign is attached and shown about the same component as drawing 1 here. live line 1L and neutral of the AC line filter 10 The capacitors C1 and C2 for reducing a normal mode noise between line 1Ns are connected to juxtaposition. Among these capacitors C1 and C2, the common mode choke coil 2 for reducing common mode noise is connected. Three coil 2a and 2bs, and 2c are prepared in the common mode choke coil 2. Coil 2a and 2b are live line 1L and neutral among these, respectively. It is arranged line 1N up. On the other hand, 3rd coil 2c is connected between the frame gland FG and the current-supply circuit 5 ( drawing 2 has shown coil 2c to the current-supply circuit 5 side).

[0015] Between the common mode choke coil 2 and the capacitor C2, two capacitors C3 and C4 for reducing common mode noise are connected so that it may become in parallel with a capacitor C2 in series mutually. The node of capacitors C3 and C4 is connected to the frame gland FG. As for the frame gland FG, earth1E is connected.

[0016] The common mode choke coil 6 is connected to the next step of a capacitor C2. And in the last stage, a capacitor C5 is live line 1L and neutral. It connects between line 1Ns.

[0017] neutral Between line 1N and the frame gland FG, HPF3 which consists of capacitor 3a and resistance 3b is connected. Here, about 100pF and resistance 3b are set as about 330kohm, for example for the value of capacitor 3a. By such HPF3, it is neutral. The common mode noise between line 1N and the frame gland FG is extracted. neutral Since it connects with earth 1E by the current supply side, line 1N does not have the potential difference among both. Therefore, neutral Common mode noise can be extracted by connecting HPF3 between line 1N and the frame gland FG, without being influenced of AC electrical potential difference.

[0018] Moreover, since the value of capacitor 3a is about 100pF, even if the input side of HPF3 has been connected to live line 1L, even when AC electrical potential difference is set to 260V and 60kHz, the leakage current is small [ as about / 10micro / A ] safe.

[0019] The common mode noise extracted by HPF3 is inputted into the noise amplifying circuit 4. In the noise amplifying circuit 4, the common mode noise extracted by HPF3 is inputted into the gate (G) of FET4a. FET4a is prepared in order to secure the operating voltage of differential-

amplifier 4b, and to make bias resistance small. However, if the impedance of differential-amplifier 4b is high, it is unnecessary in FET4a.

[0020] Differential-amplifier 4b is low noise broadband amplifier, and amplifies the common mode noise from FET4a. The output terminal of differential-amplifier 4b is connected to the base (B) of transistor 5a through variable-resistor 5b of a current-supply circuit 5. The collector (C) of transistor 5a is connected with 3rd coil 2c of the common mode choke coil 2. The current  $I_c$  of coil 2c can be adjusted by adjusting the electrical potential difference between the base (B) and an emitter (E) by variable-resistor 5b.

[0021] When Current  $I_c$  flows, coil 2c is rolled so that the induced electromotive force of an opposite phase may arise in coil 2a and 2b. For this reason, when the current  $I_c$  proportional to common mode noise flows to coil 2c, the common mode noise on a line is reduced.

[0022] Here, Current  $I_c$  is used as a means to make coil 2c produce induced electromotive force, for making it a current-supply circuit 5 side not serve as a load of coil 2c. In addition, the small thing of the output capacitance of a current-supply circuit 5 is desirable so that it may not resonate with coil 2c.

[0023] Moreover, the driving source of the noise amplifying circuit 4 and a current-supply circuit 5 is supplied from a load side. Next, the concrete property of such an AC line filter 10 is explained based on real measurement data.

[0024] Drawing 3 is drawing showing the frequency characteristics of the gain of the AC line filter 10 in the condition of having made open 3rd coil 2c of the common mode choke coil 2 of drawing 2. In drawing, a line S1 is a property when not connecting capacitors C3 and C4. Moreover, lines S2-S7 are properties in case C3+C4 is 1200pF, 2400pF, 3600pF, 4800pF, 6000pF, and 7200pF, respectively.

[0025] Usually, since measurement of the property of AC line filter is performed by the gaging system of 50-ohm system, each properties S1-S7 do not become the form where impedance matching like the property of the usual analog filter was able to be taken, but become the configuration which has a peak on a low frequency as shown in drawing. When there are no capacitors C3 and C4 especially, it becomes a ratio with an inductance [ of each coil of the common mode choke coils 2 and 6 ] (here for example, 2 mH(s)), and a frequency impedance of 50 ohms like a property S1.

[0026] Since drawing 9 explained, in the AC line filter 10, the value of capacitors C3 and C4 is set as 2200pF - 3300pF. Therefore, in order to examine the property of the AC line filter 10, it is appropriate to refer to lines S5 and S6. And in the AC line filter 10, since the switching regulator by which a load side is not illustrated serves as a source of release of common mode noise, when it looks at by 100kHz which is the lowest frequency of this noise, gain is understood that there are little about -30dB and the magnitude of attenuation. That is, where 3rd coil 2c of the common mode choke coil 2 is made open like the conventional configuration, sufficient noise reduction cannot be performed.

[0027] Drawing 4 is drawing showing the frequency characteristics of the gain in the condition of having connected 3rd coil 2c of the common mode choke coil 2 of the AC line filter 10 of drawing 2. Here, lines S1 and S7 are the same as what was shown by drawing 3. On the other hand, a line S8 is a property when setting the inductance of each coil of the common mode choke coils 2 and 6 to 2mH(s), and not connecting capacitors C3 and C4 in the AC line filter 10. Moreover, line S9 is a property when setting capacity of 2mH(s) and capacitors C3 and C4 to 4= 7200pF of C3+C for the inductance of each coil of the common mode choke coils 2 and 6.

[0028] In the case of 4= 7200pF [ 48dB and ] of C3+C (line S9), as shown also in drawing, the magnitude of attenuation in 100kHz can be decreased more nearly substantially [ 51dB and drawing 3 ] than 30dB by the case (line S8) where capacitors C3 and C4 are not connected. Moreover, the supply current  $I_c$  to coil 2c at this time is about 5mA, and power loss can be managed with about 100mW including a circuit.

[0029] Thus, in this gestalt, it is neutral at HPF3. The noise between line 1N and earth 1E is extracted, the noise is amplified in the noise amplifying circuit 4, and since the current for giving the electromotive force of an opposite phase to 3rd coil 2c of the common mode choke coil 2 according to the output was supplied, the common mode noise on a line is easily cancellable.

[0030] Therefore, the function as LPF can be raised without enlarging the inductance of the common mode choke coil 2, and power loss can be reduced simultaneously. Moreover, it is also possible to omit these although the capacitors C3 and C4 for common mode noise were formed between the frame glands FG in drawing 2. Thereby, worries about the leakage current disappear.

[0031] Next, other examples of a configuration of the current-supply circuit 5 shown by drawing 2 are explained. Drawing 5 is the circuit diagram showing other examples of a configuration of a current-supply circuit. This current-supply circuit 50 is replaced with 3rd coil 2c of the current-supply circuit 5 of drawing 2 R> 2, and two serial coils 2d and 2e of each other are formed. And it is Push Pull about a current to each coils 2d and 2e by transistors 51 and 52. It has composition to drive. Variable resistance 53 performs accommodation of the current to Coils 2d and 2e.

[0032] By such configuration, generating of the magnetic saturation of the coils 2d and 2e by the direct current can be prevented. Moreover, since an output capacitance can be decreased, resonance in a band can be prevented. By experiment of an applicant for this patent, it is High about 40phimm, the thickness of 20mm, and construction material in the outer diameter of the common mode choke coil 2. When mu material and an inductance were set to 12uH/11T, as for magnetic saturation, 50% of lowering was seen by 2AT. Moreover, in the outer diameter, when 30phimm, thickness of 15mm, and construction material were set into ferrite material and an inductance was set to 180uH/42T, as for magnetic saturation, 50% of lowering was seen by 294AT.

[0033] Next, noise \*\*\*\*\* consideration is generated and carried out by the switching regulator of a common power unit. Drawing 6 is the block diagram showing the configuration of a noise measuring circuit. An AC power is supplied to filter switch equipment 12 through LISN(Line Impedance Stability Network) 11. Filter switch equipment 12 is divided into three parallel lines X1, X2, and X3. In the line X1, common (mode filter CF) 12a and normal mode (filter NF) 12b are connected to the serial. Moreover, one common mode filter 12c is prepared in a line X2, and one normal mode filter 12d is prepared in the line X3, respectively. Here, what all has the magnitude of attenuation of 70 or more dbs by 50kHz is used for the common mode filters 12a and 12c and the normal mode filters 12b and 12d.

[0034] DC-DC converter 13 is a power-factor-improvement converter which has the output of 400W, and has composition which made the switching regulator Maine. Switch connection of either of the lines X1, X2, and X3 of filter switch equipment 12 is made at this DC-DC converter 13. The load 14 of 60W is connected to the output side of DC-DC converter 13. The property of the noise on the AC power line in such a configuration can be measured with a spectrum analyzer 15.

[0035] Drawing 7 is drawing showing the result depended on the 1st measurement in a noise measuring circuit. Here, the property when connecting the normal mode filter 12d line X3 to a line S11 for the property measured without connecting a filter is shown in a line S12. Moreover, drawing 8 is drawing showing the result depended on the 2nd measurement in a noise measuring circuit. Here, the property when connecting the line X1 which has the filter of both common mode filter 12a and normal mode filter 12b for the property measured without connecting a filter in a line S21 is shown in a line S22. Common mode noise is large to extent which cannot be disregarded in the system to which DC-DC converter 13 is connected so that drawing 7 and drawing 8 may show.

[0036] Therefore, it can be said that the circuit which can reduce common mode noise efficiently like the AC line filter 10 of this gestalt is very effective.

[0037]

[Effect of the Invention] Since the common mode noise on the AC power line extracted by the noise extract circuit is amplified in this invention, a current is supplied to the 3rd coil of a common mode choke coil according to the output, as explained above, and the electromotive force of an opposite phase was given to the 3rd coil, the common mode noise on a circuit is cancellable. Therefore, the function as LPF can be raised without enlarging the inductance of a common mode choke coil, and power loss can be reduced simultaneously.

[0038] Moreover, since it is not necessary to connect the capacitor for common mode noise between frame glands, there are no worries about the leakage current.

---

[Translation done.]

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the conceptual diagram of AC line filter of this invention.

[Drawing 2] It is the circuit diagram showing the concrete configuration of AC line filter.

[Drawing 3] It is drawing showing the frequency characteristics of the gain of AC line filter in the condition of having made open the 3rd coil of the common mode choke coil of drawing 2 .

[Drawing 4] It is drawing showing the frequency characteristics of the gain in the condition of having connected the 3rd coil of the common mode choke coil of AC line filter of drawing 2 .

[Drawing 5] It is the circuit diagram showing other examples of a configuration of a current-supply circuit.

[Drawing 6] It is the block diagram showing the configuration of a noise measuring circuit.

[Drawing 7] It is drawing showing the result depended on the 1st measurement in a noise measuring circuit.

[Drawing 8] It is drawing showing the result depended on the 2nd measurement in a noise measuring circuit.

[Drawing 9] It is the circuit diagram showing the configuration of general AC line filter.

### [Description of Notations]

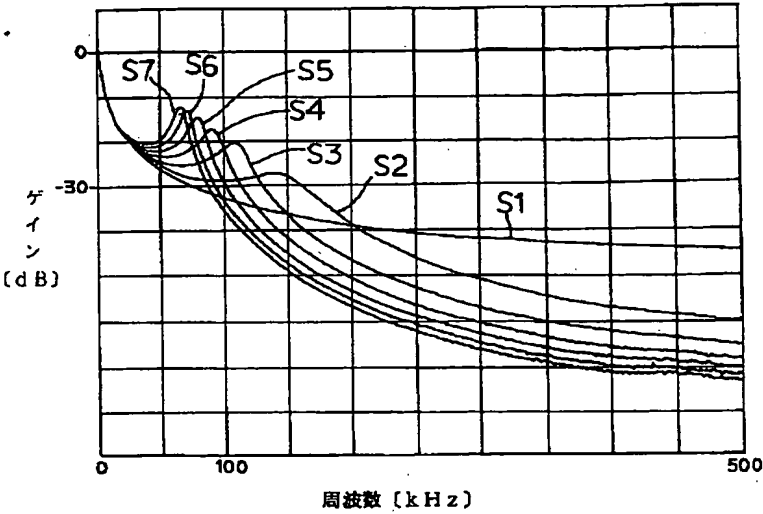
1 ... AC line filter, 1 L...live line, and 1 N...neutral A line, 1 E...earth, 2 [ ... HPF (High Pass Filter)  
4 / ... A noise amplifying circuit, 5 / ... A current-supply circuit, 10 / ... AC line filter. ] ... A  
common mode choke coil, 2c ... (the 3rd) A coil, 3

---

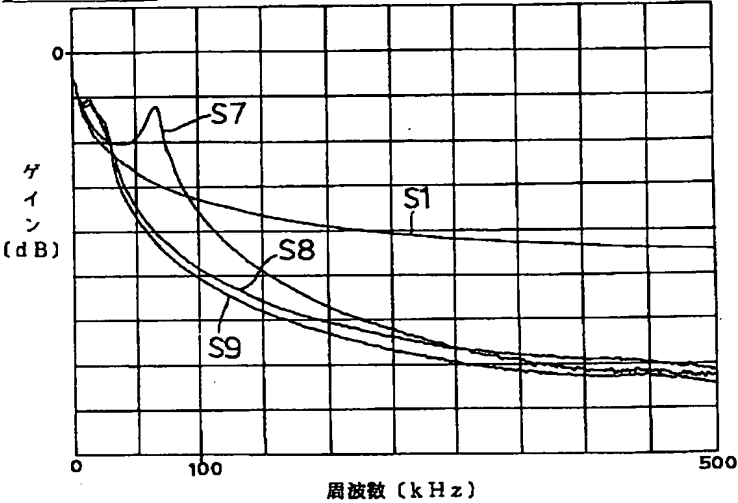
[Translation done.]



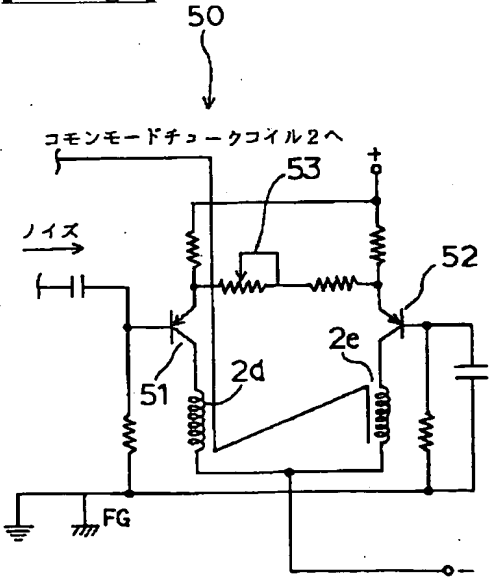




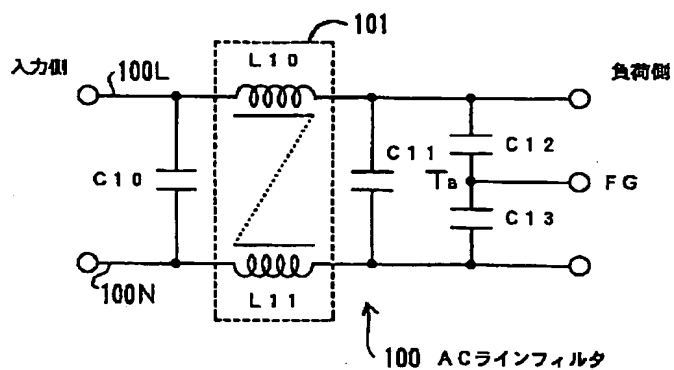
[Drawing 4]



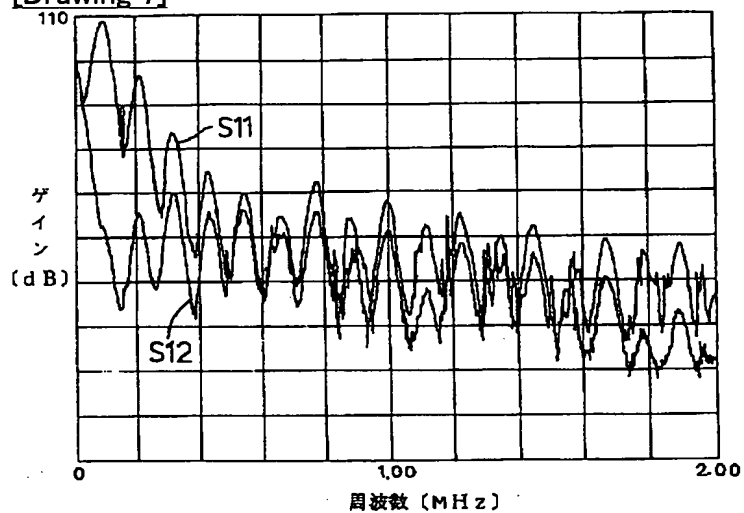
[Drawing 5]



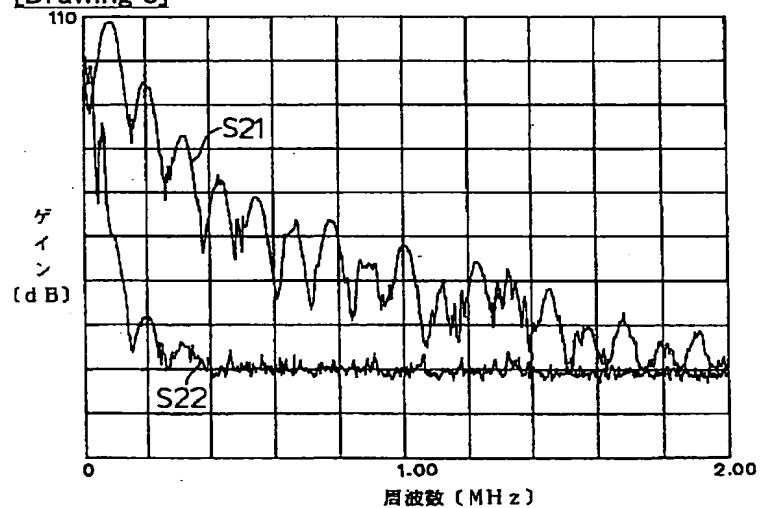
[Drawing 9]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10-303674

(43) 公開日 平成10年(1998)11月13日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 3 H 7/09

H 0 3 H 7/09

A

H 0 2 M 1/12

H 0 2 M 1/12

審査請求 未請求 請求項の数 5

O L

(全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平9-108501

(22) 出願日

平成9年(1997)4月25日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 金子 真二

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー

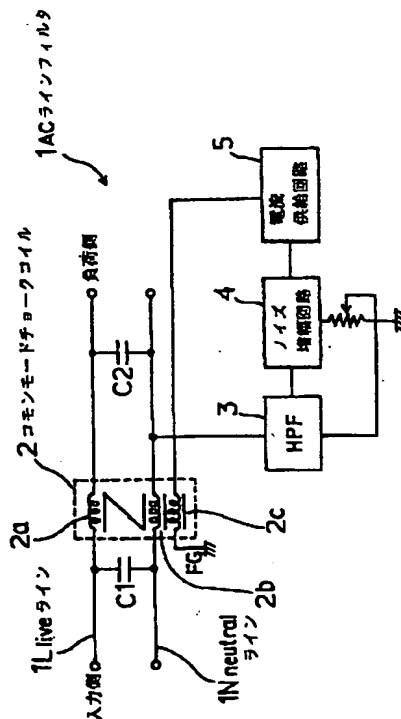
株式会社内

(54) 【発明の名称】 ACラインフィルタ

(57) 【要約】

【課題】 AC電源ライン上のノイズを除去するACラインフィルタにおいて、漏洩電流を阻止でき、かつコイルのインダクタンスを小さくしながらもLPFとしての性能を高くする。

【解決手段】 コモンモードチョークコイル2には、3つの巻線2a、2b、2cが設けられている。これらのうち第3の巻線2cは、フレームグランドFGと電流供給回路5との間に接続されている。また、neutralライン1NとフレームグランドFGとの間には、ライン上のコモンモードノイズを抽出するノイズ抽出回路としてのHPF (High Pass Filter) 3が設けられている。HPF 3で抽出されたノイズ出力はノイズ増幅回路4に送られて増幅され、このノイズ増幅回路4の出力に応じて電流供給回路5が、コモンモードチョークコイル2の第3の巻線2cに逆相の起電力を与えるための電流を供給する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 AC電源ライン上のノイズを除去するACラインフィルタにおいて、

第3の巻線が追加されたコモンモードチョークコイルと、

前記AC電源ライン上のコモンモードノイズを抽出するノイズ抽出回路と、

前記抽出されたコモンモードノイズを増幅するノイズ増幅回路と、

前記ノイズ増幅回路の出力に応じて前記コモンモードチョークコイルの第3の巻線に逆相の起電力を与えるための電流を供給する電流供給回路と、

を有することを特徴とするACラインフィルタ。

【請求項2】 前記ノイズ抽出回路は、HPF (High Pass Filter) であることを特徴とする請求項1記載のACラインフィルタ。

【請求項3】 前記ノイズ抽出回路は、前記neutralラインとフレームグランド間のコモンモードノイズを抽出するように設けられていることを特徴とする請求項1記載のACラインフィルタ。

【請求項4】 前記電流供給回路は、前記電流を前記第3の巻線に供給するトランジスタと、前記トランジスタのバイアス電流を調節する可変抵抗器と、を有することを特徴とする請求項1記載のACラインフィルタ。

【請求項5】 AC電源ライン上のノイズを除去するACラインフィルタにおいて、

互いに直列な第3の巻線および第4の巻線が追加されたコモンモードチョークコイルと、

neutralラインのコモンモードノイズを抽出するノイズ抽出回路と、

前記抽出されたコモンモードノイズを増幅するノイズ増幅回路と、

前記ノイズ増幅回路の出力に応じて前記コモンモードチョークコイルの第3の巻線および第4の巻線に逆相の起電力を与えるための電流をPush Pullドライブにより供給する電流供給回路と、

を有することを特徴とするACラインフィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はAC電源ライン上のノイズを除去するACラインフィルタに関し、特にコモンモードノイズの低減を図ったACラインフィルタに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、AC電源ラインを通しての不要輻射の防止、あるいはノイズ成分の入射に対しての対策として、ACラインフィルタが使用されている。ACラインフィルタは、コモンモードノイズやノーマルモードノイズのACラインへの出入りを阻止することができる。ここで、コモンモードノイズとは、機内のノイズ源から

電源へ流出する対大地間のノイズのことである。一方、ノーマルモードノイズとは、機内から発生するノイズで、ACラインの間を回るループ雑音のことである。

【0003】図9は一般的なACラインフィルタの構成を示す回路図である。ACラインフィルタ100のliveライン100Lとneutralライン100Nとの間には、ノーマルモードノイズを低減するためのコンデンサC10、C11が並列に接続されている。これらコンデンサC10、C11の間には、コモンモードノイズを低減するためのコモンモードチョークコイル101が接続されている。また、コンデンサC11の次段には、コモンモードノイズを低減するための2個のコンデンサC12、C13が、互いに直列に、かつコンデンサC11と並列となるように接続されている。

【0004】ところで、コンデンサC12、C13の接続点Taは、フレームグランドFGに接続される。このため、電源のフレームと大地との間に電位差が生じる。よって、人がフレームに触ると、いわゆる漏洩電流がフレームから人体を通して大地に流れる。日本では、人に対する安全電流値が1mAに規定されているので、これをACラインフィルタ100で守ためには、コンデンサC12、C13としては、ともに容量が2200pF～3300pFの小容量のものを使用する必要がある。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、コモンモードノイズを減衰させるパラメータは、コモンモードチョークコイル101の各コイルL10、L11のインダクタンスと、コンデンサC12、C13の容量値なので、コンデンサC12、C13の容量値が上記のように固定化されると、LPF (Low Pass Filter) として高周波の減衰量を大きくするためには、コイルL10、L11のインダクタンスを大きく設定する必要がある。

【0006】また、一般にACラインフィルタのインピーダンスは、50Ω～150Ωとされており、コンデンサC12、C13を上記の範囲の値に設定すると、フィルタの特性にほとんど寄与せず、ACラインフィルタ100は、コイルL10、L11とラインのインピーダンスとによるLPF (Low Pass Filter) となる。したがって、この点でも、コイルL10、L11のインダクタンスの大きさが重要となってくる。

【0007】ところが、現在、super high  $\mu$ 材でも、15Tでせいぜいインダクタンス20mHであり、インダクタンスを大きくすると直流抵抗による電力ロスが大きく、発熱量が多くなるという問題があった。

【0008】本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、漏洩電流を阻止でき、かつコイルのインダクタンスを小さくしながらもLPFとしての性能を高くできるACラインフィルタを提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明では上記課題を解

決するために、AC電源ライン上のノイズを除去するACラインフィルタにおいて、第3の巻線が追加されたコモンモードチョークコイルと、前記AC電源ライン上のコモンモードノイズを抽出するノイズ抽出回路と、前記抽出されたコモンモードノイズを増幅するノイズ増幅回路と、前記ノイズ増幅回路の出力に応じて前記コモンモードチョークコイルの第3の巻線に逆相の起電力を与えるための電流を供給する電流供給回路と、を有することを特徴とするACラインフィルタが提供される。

【0010】ノイズ抽出回路により抽出されたAC電源ライン上のコモンモードノイズをノイズ増幅回路が増幅すると、その出力に応じて電流供給回路がコモンモードチョークコイルの第3の巻線に電流を供給し、第3の巻線に逆相の起電力を与える。これにより、回路上のコモンモードノイズがキャンセルされる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一形態を図面を参照して説明する。図1は本発明のACラインフィルタの概念図である。ACラインフィルタ1のliveライン1Lとneutralライン1Nとの間には、ノーマルモードノイズを低減するためのコンデンサC1、C2が並列に接続されている。これらコンデンサC1、C2の間には、コモンモードノイズを低減するためのコモンモードチョークコイル2が接続されている。コモンモードチョークコイル2には、3つの巻線2a、2b、2cが設けられている。このうち巻線2a、2bはそれぞれliveライン1L、neutralライン1N上に配置されている。一方、第3の巻線2cは、フレームグランドFGと電流供給回路5との間に接続されている。

【0012】また、neutralライン1NとフレームグランドFGとの間には、ライン上のコモンモードノイズを抽出するノイズ抽出回路としてのHPF (High Pass Filter) 3が設けられている。HPF 3で抽出されたノイズ出力はノイズ増幅回路4に送られて増幅され、このノイズ増幅回路4の出力に応じて電流供給回路5が、コモンモードチョークコイル2の第3の巻線2cに逆相の起電力を与えるための電流を供給する。この逆相の起電力との相殺により、ライン上のコモンモードノイズがキャンセルされる。

【0013】したがって、コモンモードチョークコイル2のインダクタンスを大きくすることなくLPFとしての機能を高めることができ、同時に電力損失を低減できる。また、コモンモードノイズ用のコンデンサをフレームグランドFGとの間に接続する必要がないので、漏洩電流の心配がない。たとえコモンモードノイズ用のコンデンサを設けたとしても、その容量値を小さくできるので、漏洩電流も小さくでき、安全である。

【0014】図2は本形態のACラインフィルタの具体的な構成を示す回路図である。なお、ここでは、図1と同一の構成要素については同一符号を付して示す。AC

ラインフィルタ10のliveライン1Lとneutralライン1Nとの間には、ノーマルモードノイズを低減するためのコンデンサC1、C2が並列に接続されている。これらコンデンサC1、C2の間には、コモンモードノイズを低減するためのコモンモードチョークコイル2が接続されている。コモンモードチョークコイル2には、3つの巻線2a、2b、2cが設けられている。これらのうち巻線2a、2bは、それぞれliveライン1L、neutralライン1N上に配置されている。一方、第3の巻線2cは、フレームグランドFGと電流供給回路5との間に接続されている(図2では巻線2cは電流供給回路5側に示してある)。

【0015】コモンモードチョークコイル2とコンデンサC2との間には、コモンモードノイズを低減するための2個のコンデンサC3、C4が、互いに直列に、かつコンデンサC2と並列となるように接続されている。コンデンサC3、C4の接続点は、フレームグランドFGに接続されている。フレームグランドFGは、earth 1Eとも接続されている。

【0016】コンデンサC2の次段には、コモンモードチョークコイル6が接続されている。そして、最終段には、コンデンサC5がliveライン1Lとneutralライン1Nとの間に接続されている。

【0017】neutralライン1NとフレームグランドFGとの間には、コンデンサ3aと抵抗3bとから構成されるHPF 3が接続されている。ここでは、例えばコンデンサ3aの値は100pF程度、抵抗3bは330kΩ程度に設定されている。このようなHPF 3によって、neutralライン1NとフレームグランドFGとの間のコモンモードノイズが抽出される。neutralライン1Nは、電源供給側でearth 1Eに接続されているため、両者間に電位差がない。したがって、neutralライン1NとフレームグランドFGとの間にHPF 3を接続することにより、AC電圧の影響を受けずにコモンモードノイズを抽出することができる。

【0018】また、コンデンサ3aの値が100pF程度なので、HPF 3の入力側がliveライン1Lに接続されてしまったとしても、AC電圧を260V、60kHzとした場合でも、その漏洩電流は10μA程度と小さく安全である。

【0019】HPF 3で抽出されたコモンモードノイズは、ノイズ増幅回路4に入力される。ノイズ増幅回路4では、HPF 3で抽出されたコモンモードノイズがFET 4aのゲート(G)に入力される。FET 4aは、差動アンプ4bの動作電圧を確保するため、バイアス抵抗を小さくする目的で設けられている。ただし、差動アンプ4bのインピーダンスが高ければFET 4aは必要ない。

【0020】差動アンプ4bは、低ノイズ広帯域アンプであり、FET 4aからのコモンモードノイズを増幅す

る。差動アンプ4bの出力端子は、電流供給回路5の可変抵抗器5bを介してトランジスタ5aのベース(B)に接続されている。トランジスタ5aのコレクタ(C)は、コモンモードチョークコイル2の第3の巻線2cと接続されている。可変抵抗器5bによってベース

(B)、エミッタ(E)間の電圧を調節することにより、巻線2cの電流Icを調節することができる。

【0021】巻線2cは、電流Icが流れることにより、巻線2a、2bに逆相の誘導起電力が生じるように巻かれている。このため、コモンモードノイズに比例した電流Icが巻線2cに流れることにより、ライン上のコモンモードノイズが低減される。

【0022】ここで、巻線2cに誘導起電力を生じさせる手段として電流Icを用いるのは、電流供給回路5側が巻線2cの負荷とならないようにするためである。なお、巻線2cと共振しないように、電流供給回路5の出力容量は小さいことが望ましい。

【0023】また、ノイズ増幅回路4および電流供給回路5の駆動源は、負荷側から供給される。次に、このようなACラインフィルタ10の具体的な特性を、実測定データに基づいて説明する。

【0024】図3は図2のコモンモードチョークコイル2の第3の巻線2cをオープンにした状態におけるACラインフィルタ10のゲインの周波数特性を示す図である。図において、線S1はコンデンサC3、C4を接続しない場合の特性である。また、線S2~S7は、それぞれC3+C4が1200pF、2400pF、3600pF、4800pF、6000pF、7200pFのときの特性である。

【0025】通常、ACラインフィルタの特性の測定は、50Ω系の測定システムで行われるため、各特性S1~S7は、通常のアナログフィルタの特性のようなインピーダンス整合のとれた形にはならず、図のような低い周波数でピークを持つ形状になる。特に、コンデンサC3、C4がない場合には、特性S1のように、コモンモードチョークコイル2、6の各巻線のインダクタンス(ここでは例えば2mH)と50Ωの周波数インピーダンスとの比になる。

【0026】図9で説明した理由から、ACラインフィルタ10では、コンデンサC3、C4の値が2200pF~3300pFに設定されている。したがって、ACラインフィルタ10の特性を検討するためには、線S5、S6を参照するのが妥当である。そして、ACラインフィルタ10では、負荷側の図示されていないスイッチングレギュレータがコモンモードノイズの発生源となっていることから、このノイズの最低周波数である100kHzで見ると、ゲインは-30dB程度と減衰量が少ないことが分かる。すなわち、従来の構成のようにコモンモードチョークコイル2の第3の巻線2cをオープンにした状態では、十分なノイズ低減ができない。

【0027】図4は図2のACラインフィルタ10のコモンモードチョークコイル2の第3の巻線2cを接続した状態におけるゲインの周波数特性を示す図である。ここで、線S1、S7は図3で示したものと同一である。一方、線S8は、ACラインフィルタ10において、コモンモードチョークコイル2、6の各巻線のインダクタンスを2mHとし、コンデンサC3、C4を接続しない場合の特性である。また、線S9は、コモンモードチョークコイル2、6の各巻線のインダクタンスを2mH、コンデンサC3、C4の容量をC3+C4=7200pFとしたときの特性である。

【0028】図からも分かるように、100kHzにおける減衰量は、コンデンサC3、C4を接続しない場合(線S8)で48dB、C3+C4=7200pFの場合(線S9)で51dBと、図3の30dBより大幅に減衰できる。また、このときの巻線2cへの供給電流Icは、5mA程度であり、電力損失は回路を含めて100mW程度で済む。

【0029】このように、本形態では、HPF3でneutralライン1Nとearth 1Eとの間のノイズを抽出し、そのノイズをノイズ増幅回路4で増幅し、その出力に応じてコモンモードチョークコイル2の第3の巻線2cに逆相の起電力を与えるための電流を供給するようにしたので、ライン上のコモンモードノイズを容易にキャンセルすることができる。

【0030】したがって、コモンモードチョークコイル2のインダクタンスを大きくすることなくLPFとしての機能を高めることができ、同時に電力損失を低減できる。また、図2ではコモンモードノイズ用のコンデンサC3、C4をフレームグラウンドFGとの間に設けたが、これらを省略することも可能である。これにより、漏洩電流の心配がなくなる。

【0031】次に、図2で示した電流供給回路5の他の構成例について説明する。図5は電流供給回路の他の構成例を示す回路図である。この電流供給回路50は、図2の電流供給回路5の第3の巻線2cに代えて、互いに直列の2つの巻線2d、2eが設けられている。そして、トランジスタ51、52により各巻線2d、2eに電流をPush Pullドライブする構成となっている。巻線2d、2eへの電流の調節は、可変抵抗53により行う。

【0032】このような構成により、直流電流による巻線2d、2eの磁気飽和の発生を防止することができる。また、出力容量を減少できるので、帯域内での共振を防止することができる。本願出願人の実験では、コモンモードチョークコイル2の外径を40Φmm、厚み20mm、材質をHigh μ材、インダクタンスを12uH/11Tとした場合に、磁気飽和は、2ATで50%の低下が見られた。また、外径を30Φmm、厚み15mm、材質をフェライト材、インダクタンスを180uH

／42Tとした場合に、磁気飽和は、294ATで50%の低下が見られた。

【0033】次に、一般の電源装置のスイッチングレギュレータで発生するノイズについて考察する。図6はノイズ測定回路の構成を示すブロック図である。AC電源はLISN (Line Impedance Stability Network) 11を介してフィルタ切り換え装置12に供給される。フィルタ切り換え装置12は、3本の平行なラインX1、X2、X3に分かれている。ラインX1には、コモンモードフィルタ (CF) 12a、ノーマルモードフィルタ (NF) 12bが直列に接続されている。また、ラインX2には1個のコモンモードフィルタ12cが、ラインX3には1個のノーマルモードフィルタ12dがそれぞれ設けられている。ここで、コモンモードフィルタ12a、12c、ノーマルモードフィルタ12b、12dには、いずれも50kHzで70dB以上の減衰量を持つものが使用される。

【0034】DC-DCコンバータ13は、例えば400Wの出力を有する力率改善コンバータであり、スイッチングレギュレータをメインとした構成となっている。このDC-DCコンバータ13には、フィルタ切り換え装置12のラインX1、X2、X3のいずれかが切り換え接続される。DC-DCコンバータ13の出力側には、例えば60Wの負荷14が接続される。このような構成におけるAC電源ライン上のノイズの特性は、スペクトルアナライザ15によって測定することができる。

【0035】図7はノイズ測定回路における第1の測定による結果を示す図である。ここでは、フィルタを接続せずに測定した特性を線S11に、ノーマルモードフィルタ12dのみのラインX3を接続したときの特性を線S12に示す。また、図8はノイズ測定回路における第2の測定による結果を示す図である。ここでは、フィルタを接続せずに測定した特性を線S21に、コモンモードフィルタ12aおよびノーマルモードフィルタ12bの両方のフィルタを持つラインX1を接続したときの特性を線S22に示す。図7および図8から分かるように、DC-DCコンバータ13が接続されるシステムでは、コモンモードノイズは、無視できない程度に大きい。

【0036】したがって、本形態のACラインフィルタ10のようにコモンモードノイズを効率良く低減できる

回路は、非常に有効と言える。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、ノイズ抽出回路により抽出されたAC電源ライン上のコモンモードノイズを増幅し、その出力に応じてコモンモードチョークコイルの第3の巻線に電流を供給して、第3の巻線に逆相の起電力を与えるようにしたので、回路上のコモンモードノイズをキャンセルできる。したがって、コモンモードチョークコイルのインダクタンスを大きくすることなくLPFとしての機能を高めることができ、同時に電力損失を低減できる。

【0038】また、コモンモードノイズ用のコンデンサをフレームグランドとの間に接続する必要がないので、漏洩電流の心配がない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のACラインフィルタの概念図である。

【図2】ACラインフィルタの具体的な構成を示す回路図である。

【図3】図2のコモンモードチョークコイルの第3の巻線をオープンにした状態におけるACラインフィルタのゲインの周波数特性を示す図である。

【図4】図2のACラインフィルタのコモンモードチョークコイルの第3の巻線を接続した状態におけるゲインの周波数特性を示す図である。

【図5】電流供給回路の他の構成例を示す回路図である。

【図6】ノイズ測定回路の構成を示すブロック図である。

【図7】ノイズ測定回路における第1の測定による結果を示す図である。

【図8】ノイズ測定回路における第2の測定による結果を示す図である。

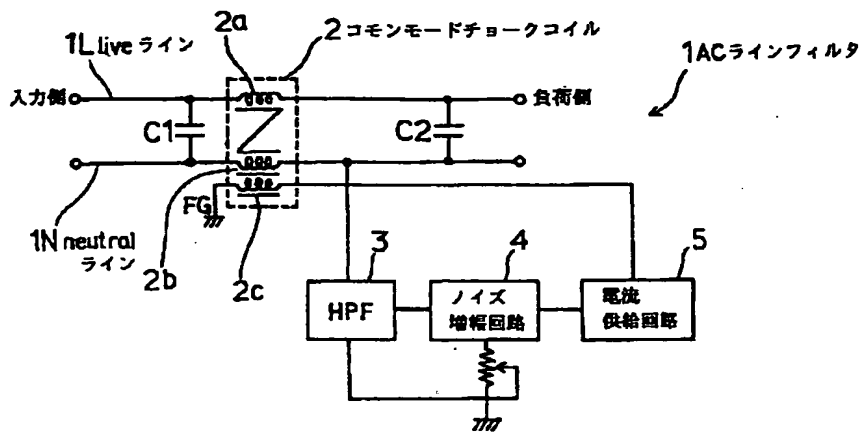
【図9】一般的なACラインフィルタの構成を示す回路図である。

【符号の説明】

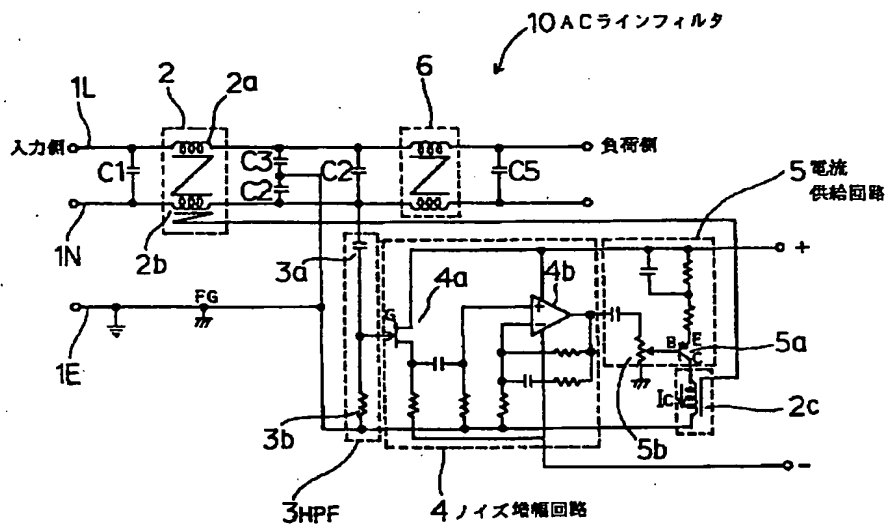
1・・・ACラインフィルタ、1L・・・liveライン、1N・・・neutral ライン、1E・・・earth、2・・・コモンモードチョークコイル、2c・・・(第3の)巻線、3・・・HPF (High Pass Filter)、4・・・ノイズ増幅回路、5・・・電流供給回路、10・・・ACラインフィルタ。



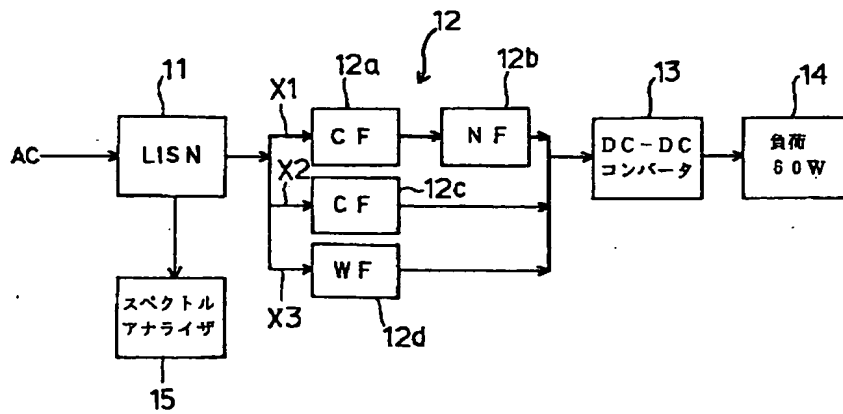
【图 1】



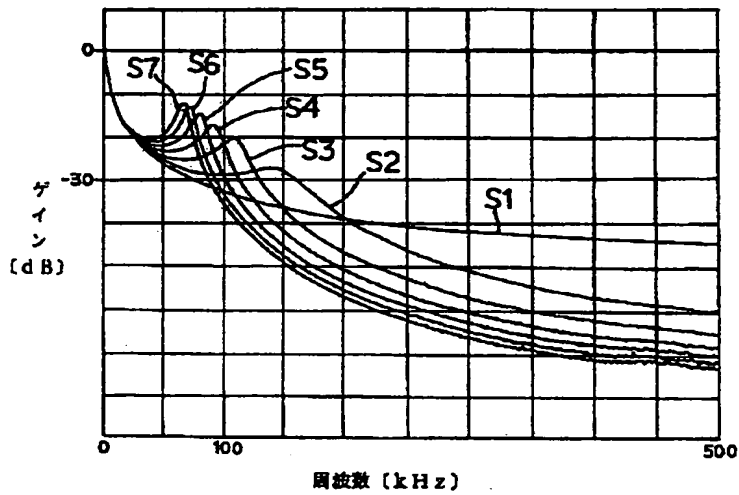
【図2】



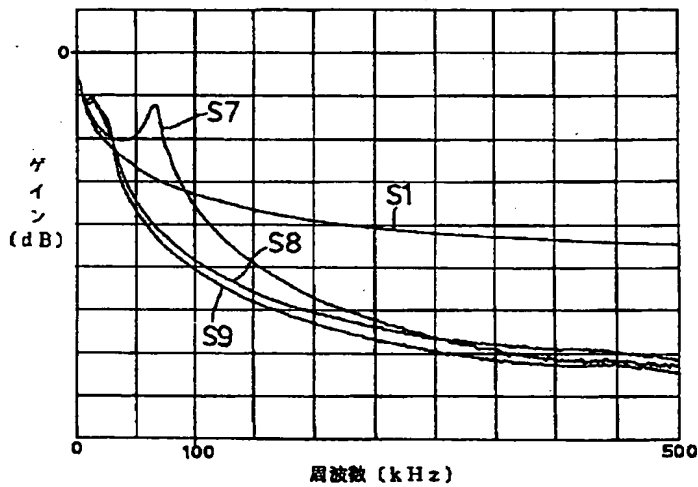
【図 6】



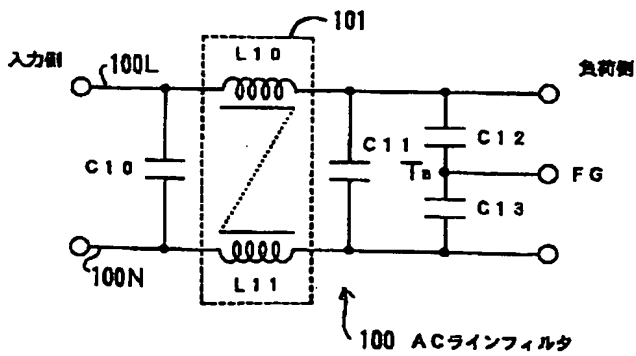
【図3】



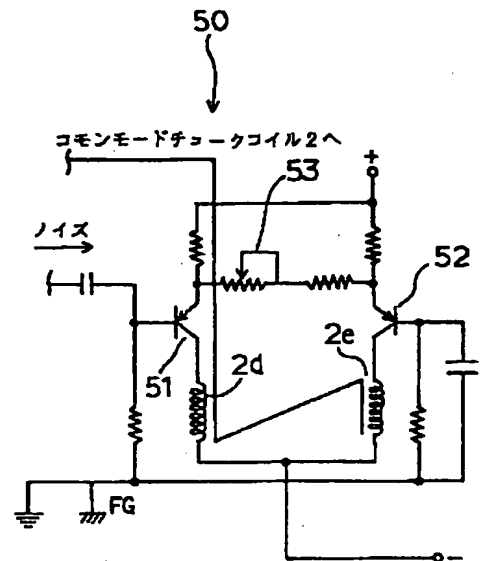
【図4】



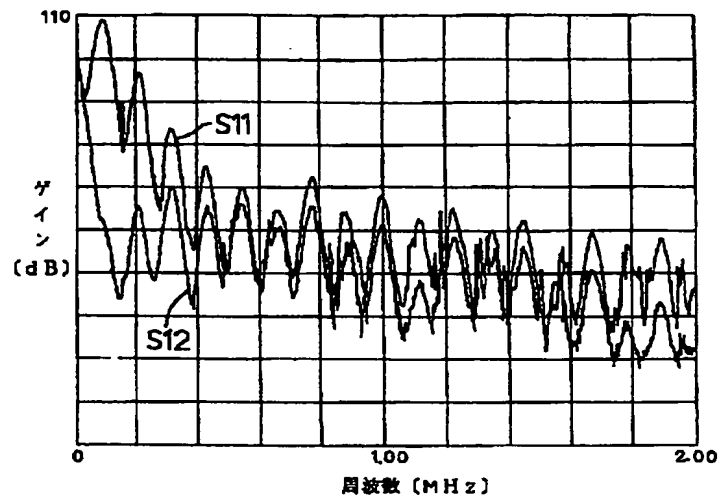
【図9】



【図5】



【図7】



【図8】

